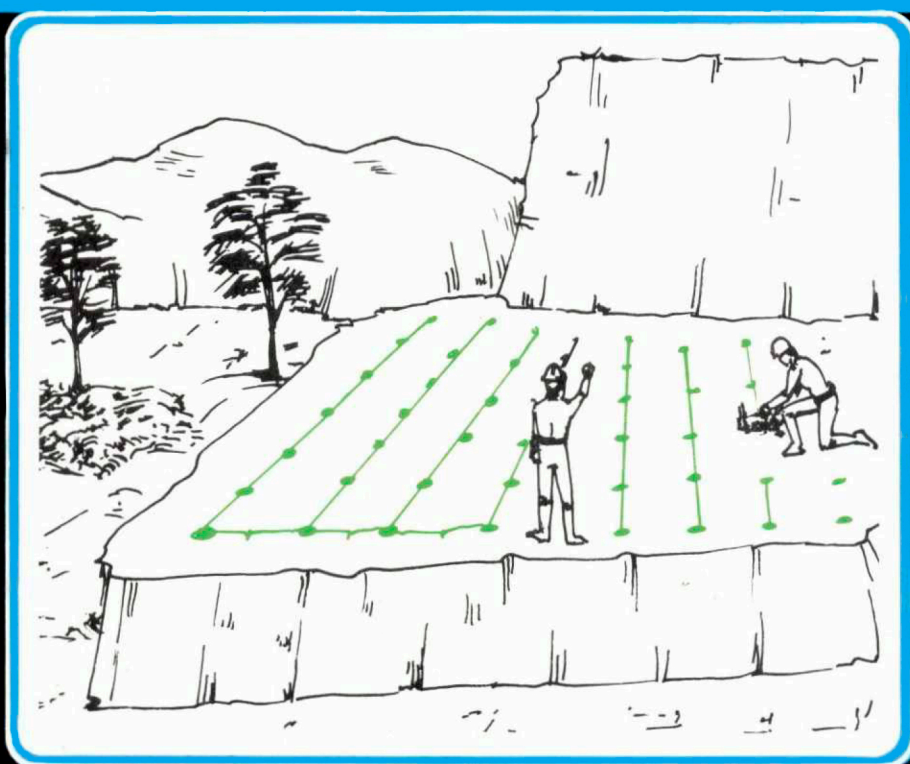


**CENTRO NACIONAL MINERO**  
**FORMACION PROFESIONAL EN MINERIA**  
**BLOQUE MODULAR: EXPLOSIVOS**



MODULO  
INSTRUCCIONAL

**8**

**Ejecución de una Voladura  
con Anfo, Dinamita y Cordón  
Detonante a Cielo Abierto**



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

## **BLOQUE MODULAR EXPLOSIVOS**

### **MODULOS INSTRUCCIONALES:**

1. PRINCIPIOS BASICOS DE EXPLOSIVOS
  2. TRANSPORTE DE EXPLOSIVOS
  3. CARGADO DE BARRENOS CON EXPLOSIVOS Y MECHA DE SEGURIDAD
  4. EJECUCION DE QUEMA CON MECHA DE SEGURIDAD
  5. CARGADO DE BARRENOS CON EXPLOSIVOS Y ESPOLETA ELECTRICA
  6. EJECUCION DE QUEMA CON ESPOLETA ELECTRICA
  7. CARGADO DE BARRENOS CON ANFO, DINAMITA Y CORDON DETONANTE A CIELO ABIERTO
  8. EJECUCION DE LA VOLADURA CON ANFO, DINAMITA Y CORDON DETONANTE A CIELO ABIERTO
-

**SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE  
REGIONAL BOYACA  
DISEÑO TECNICO – PEDAGOGICO  
CENTRO NACIONAL MINERO**



# **Ejecución de una Voladura con Anfo, Dinamita y Cordón Detonante a Cielo Abierto**

**Especialidad:**

**Bloque Modular:**

**Módulo Instruccional:**

**MINERIA**

**EXPLOSIVOS**

**8**

## **GRUPO DE TRABAJO:**

DISEÑO	Jorge E. Barrera Z.
REVISION TECNICA	Eulises Cárdenas P. Régulo Chaparro
REVISION GRAMATICAL	Luis Alfredo Avella
ILUSTRACIONES	Danilo Gómez
MECANOGRAFIA	Silvia S. Pineda A.
COORDINACION	Armando Vega Avella

© PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO  
SIN LA AUTORIZACION EXPRESA DEL **SENA**"

# CONTENIDO

	Págs.
Introducción .....	4
Objetivo del Módulo .....	5
1. EMPALMES EN POSICION DEL INICIADOR PARA LA VOLADURA A CIELO ABIERTO .....	6
Autocontrol No. 1 .....	12
2. PROCEDIMIENTO PARA EJECUTAR UNA VOLADURA A CIELO ABIERTO .....	15
Autocontrol No. 2 .....	29
Resumen Técnico .....	32
Evaluación Final .....	34
Objetivo Terminal .....	38
Ejercicio Tipo .....	39
Respuestas .....	40
Bibliografía .....	43

La ejecución de la voladura requiere de toda su responsabilidad, habilidad y destreza en cada operación, pasos y movimientos durante el desarrollo del procedimiento.

De la observación de todas las normas de seguridad y la ejecución técnica de cada operación, se obtendrán los resultados esperados como son el mayor rendimiento en la producción, conservación de equipos e instalaciones de la empresa.

## **OBJETIVO DEL MODULO**

Al terminar el estudio de este módulo, usted podrá:

- Describir los empalmes y posición del iniciador para la voladura a cielo abierto.
- Describir el procedimiento para ejecutar una voladura a cielo abierto.



# 1

## EMPALMES Y POSICION DEL INICIADOR PARA UNA VOLADURA A CIELO ABIERTO

### OBJETIVO INTERMEDIO No. 1

Al terminar el estudio del presente tema, usted podrá describir los empalmes y circuitos para la voladura a cielo abierto.

Se considera logrado el objetivo si:

- Identifica el empalme correcto de los terminales a la línea principal del cordón detonante, según la línea de explosión.
- Identifica la posición correcta del iniciador en los terminales de cordón detonante y en las líneas principales de éste.

SIN COMETER ERROR.

### A. ELEMENTOS DE UN CIRCUITO ELECTRICO

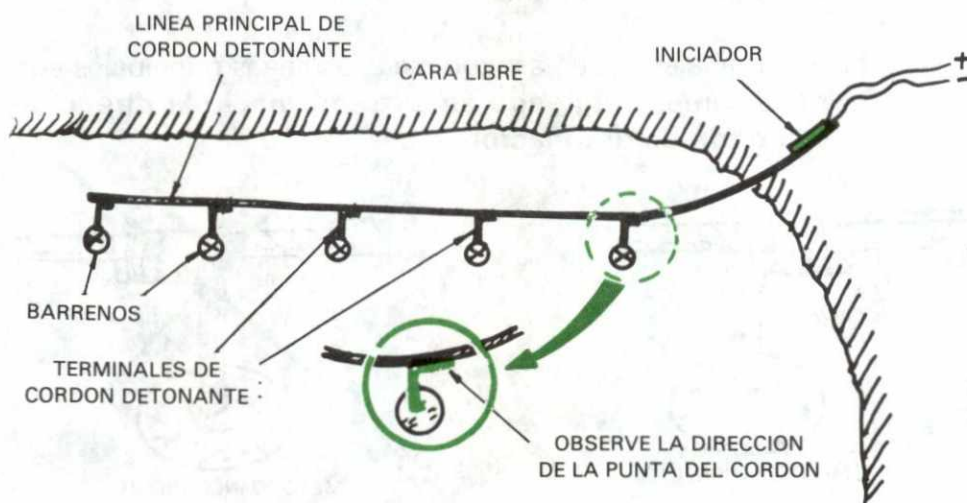
1. **Terminales de cordón** detonante que salen de la boca del barreno.

2. **Línea principal** de cordón detonante a la que se unen los terminales.
3. **Espoleta eléctrica** o fulminante con mecha de seguridad que se une en el extremo de la línea principal de cordón detonante.
4. **Línea volante** que se une a los cables terminales de la espoleta.
5. **La línea de tiro** que se une a los cables de la línea volante y el otro extremo al explosor.
6. **Explosor:** Fuente de corriente eléctrica.

## B. CONEXION DE HILERAS DE BARRENOS CON CORDON DETONANTE.

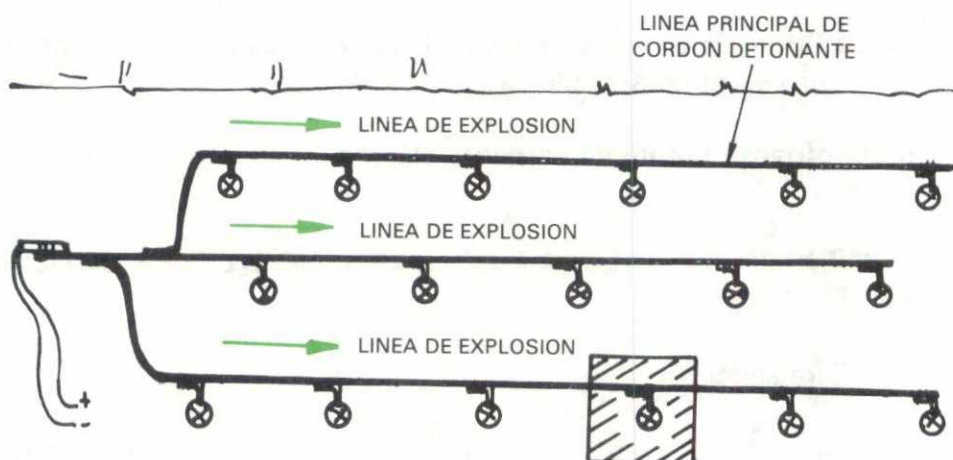
### 1. Hilera sencilla:

Cuando se va a realizar una voladura en una hilera de barrenos sencilla, se utiliza una línea principal de cordón detonante a la **cual se sujetan o unen con cinta** a cada uno de los terminales de cordón detonante que salen de la boca del barreno.



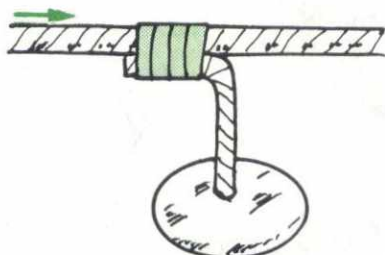
## 2. Hileras múltiples:

Cuando en un banco existen más de dos hileras se utiliza una línea de cordón detonante por cada hilera, dichas líneas se conectan a los terminales del cordón detonante de cada barreno; los terminales de cordón detonante se conectan entre sí formando una línea principal a la cual se conecta una espoleta eléctrica o fulminante con mecha de seguridad.

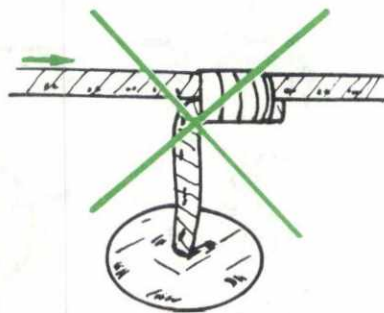


Empalme de los terminales de los barrenos de cordón detonante a la línea principal.

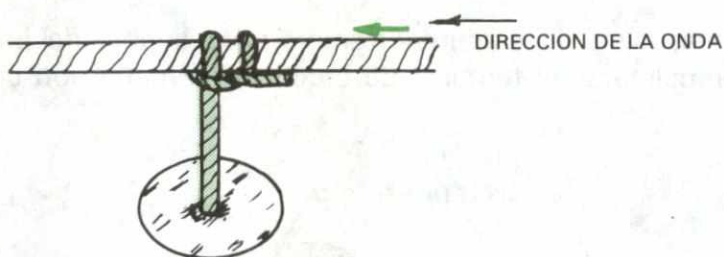
Los terminales deben asegurarse a las líneas principales con cinta aislante, **dirigiendo su extremo hacia la dirección de la onda de detonación.**



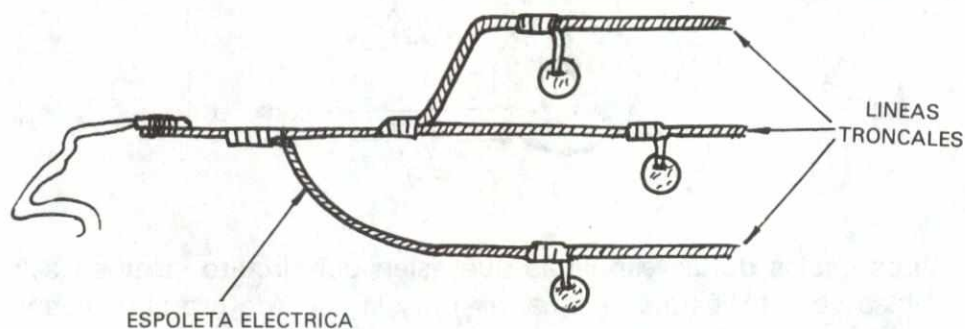
METODO CORRECTO



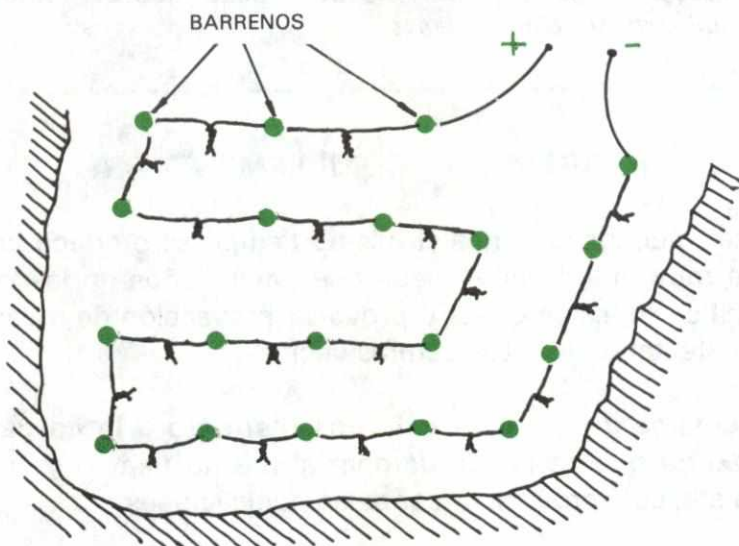
METODO INCORRECTO



METODO CORRECTO

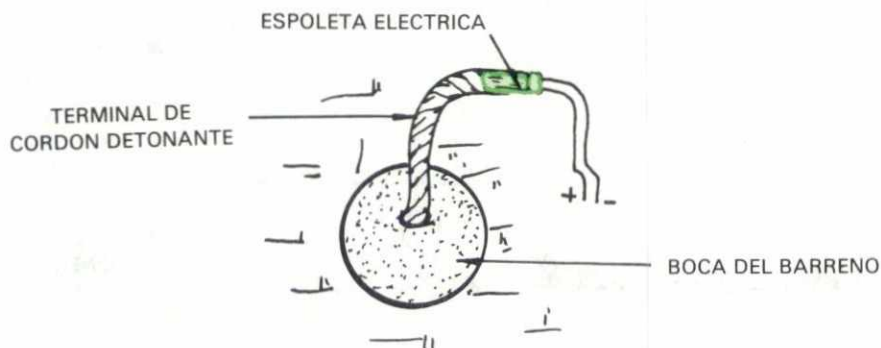


3. Cuando la separación entre barrenos en una malla de perforación no es considerable, **se emplean espoletas eléctricas en cada uno de los terminales de los cordones detonantes que salen de los barrenos**; posteriormente se realiza la conexión del circuito uniendo los cables de las espoletas.





La espoleta debe apuntar siempre hacia la boca del barreno y debe empalmarse al terminal de cordón detonante con cinta aislante.



Los cables de las espoletas que salen del circuito se unen a la línea volante, ésta a la línea de tiro y la línea de tiro al explosor, para efectuar la voladura.

**NOTA:** Los empalmes de los terminales de los cordones detonantes a la línea principal, como los de la espoleta eléctrica al cordón detonante, deben efectuarse con **varias vueltas de cinta aislante** para su asegurado; **la espoleta eléctrica debe quedar totalmente cubierta por cinta aislante.**

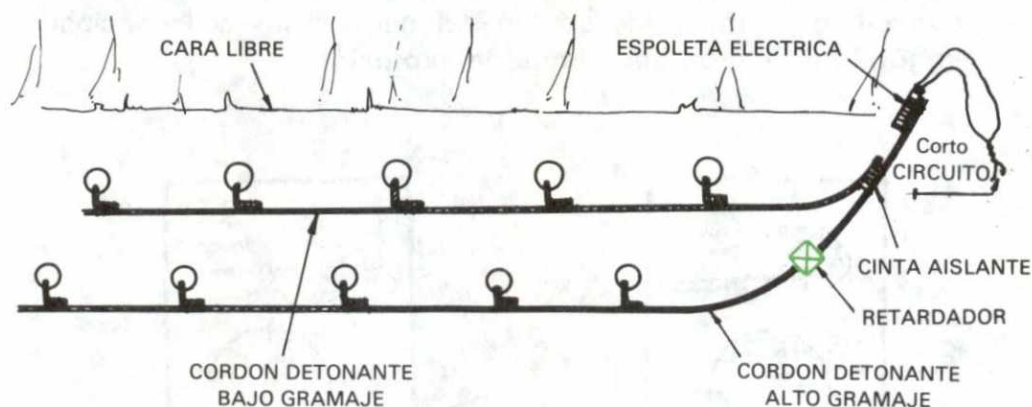
### INFORMACION COMPLEMENTARIA

Al detonar muchos barrenos al mismo tiempo se produce una onda explosiva muy grande que puede ocasionar daños en las estructuras de edificaciones cercanas o provocar proyección de rocas a gran distancia afectando infraestructuras vecinas.

Actualmente se **desarrollan cálculos respecto a la carga explosiva máxima** que se puede detonar al mismo tiempo y cuál es la distancia a la cual provocaría daños en edificaciones.

Por lo tanto se han desarrollado varios esquemas de voladura que hacen que el riesgo sea mínimo; algunos de ellos son por ejemplo el de **mallas cuadradas, en echelón y tres bolillos** con diferentes tiempos en cada línea.

El gráfico muestra uno de los esquemas desarrollados.

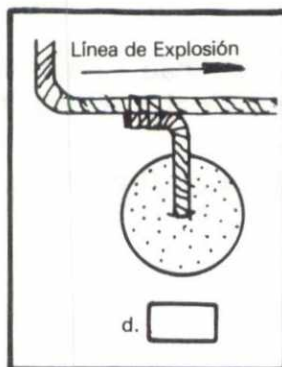
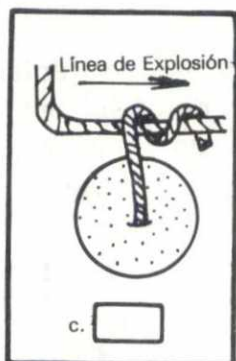
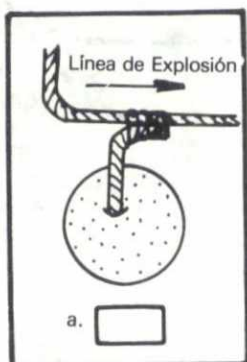


La iniciación del cordón detonante se puede efectuar mediante la utilización de fulminante común y mecha de seguridad, pero con el inconveniente que no se puede detener la voladura en caso de emergencia.

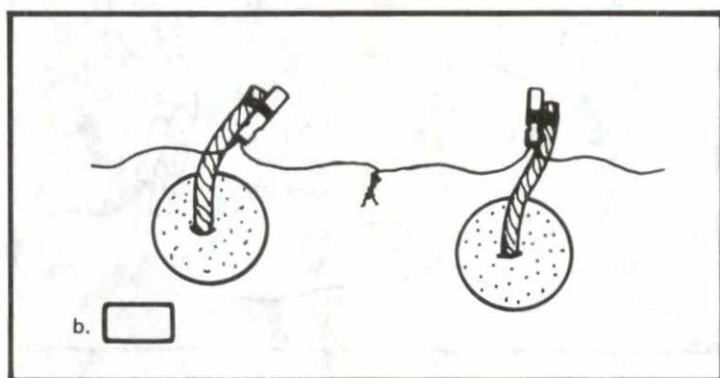
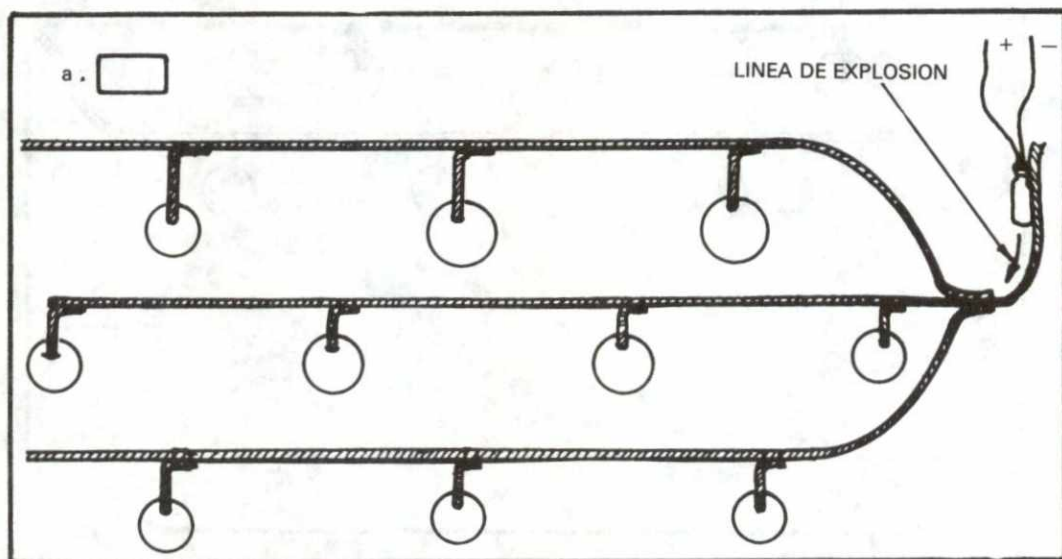
En la actualidad se está incrementando el uso de **iniciadores no eléctricos del tipo NONEL** que requieren de un fulminante adicional cuya función es la de iniciar un **retardador (relé)** que inicia el **multiplicador (booster)**.

## AUTOCONTROL No. 1

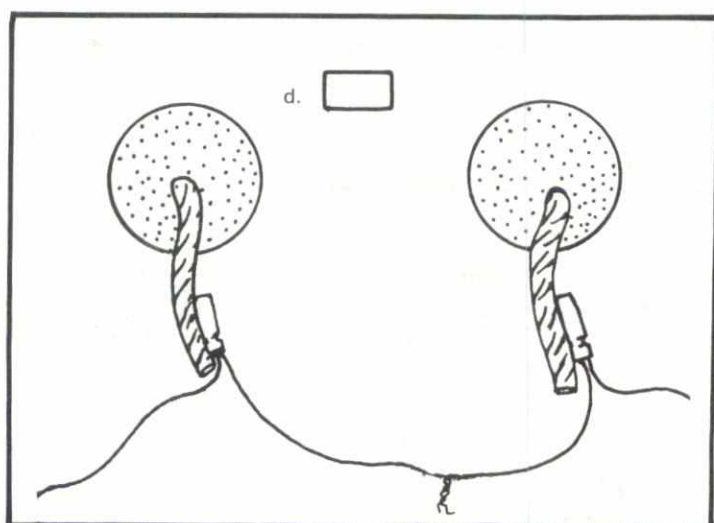
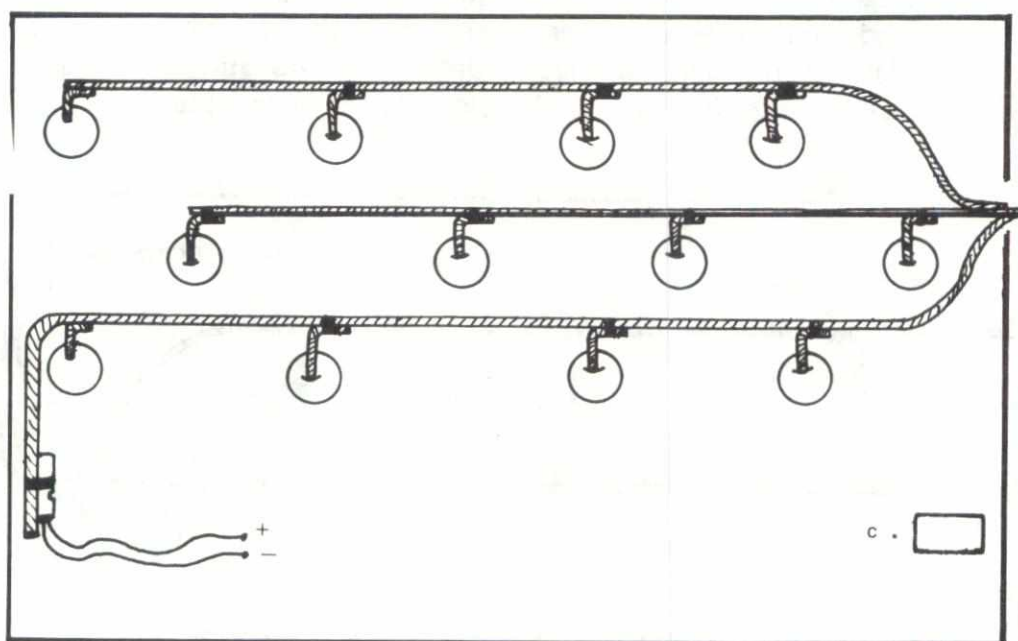
1. Marque con una X en el rectángulo indicado, el empalme correcto del terminal de cordón detonante a la línea principal, según la dirección de la línea de explosión.



2. Dados los siguientes **gráficos** que representan la ubicación del iniciador en los terminales del cordón detonante o en los extremos de la línea principal del cordón detonante, **marque con una X en el rectángulo indicado las posiciones correctas.**







# 2

## PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCION DE UNA VOLADURA A CIELO ABIERTO

### OBJETIVO INTERMEDIO No. 2

Al terminar el estudio del presente tema, usted podrá describir las actividades para la ejecución de la voladura a cielo abierto, observando todas las normas de seguridad descritas en este procedimiento.

SIN COMETER ERROR.

- A. **REVISAR EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL, MATERIALES Y HERRAMIENTAS.**
- B. **PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCION DE UNA VOLADURA A CIELO ABIERTO.**
  - 1. **Revisar terminales.**
  - 2. **Realizar empalmes y conexiones.**
  - 3. **Ejecutar la voladura.**
  - 4. **Comprobar y realizar informe.**

- A. REVISAR EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL, MATERIALES Y HERRAMIENTAS.
- B. PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCION DE UNA VOLADURA A CIELO ABIERTO.

### OPERACION No. 1

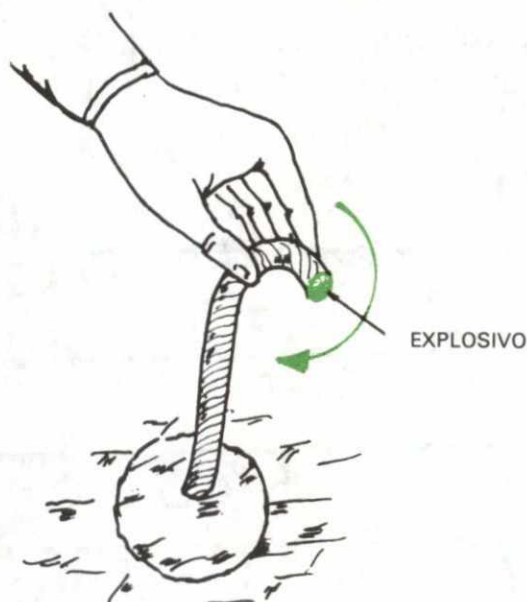
#### Revisar Terminales.

---

- a. El ayudante retira el equipo, materiales y herramientas.
- Retira el tacador, material sobrante como cordón detonante, espoletas eléctricas o sustancia explosiva.
- b. Verifica que todos los terminales de cordón detonante salgan de la boca del barreno.



- c. El dinamitero observa y comprueba que el **extremo del terminal de cordón detonante tenga explosivo.**



De lo contrario corte un centímetro aproximadamente para que el explosivo quede en el extremo del terminal de cordón detonante.

- d. El dinamitero verifica el número de hileras de barrenos para la disposición de empalmes, y el número de espoletas según los tiempos de explosión.

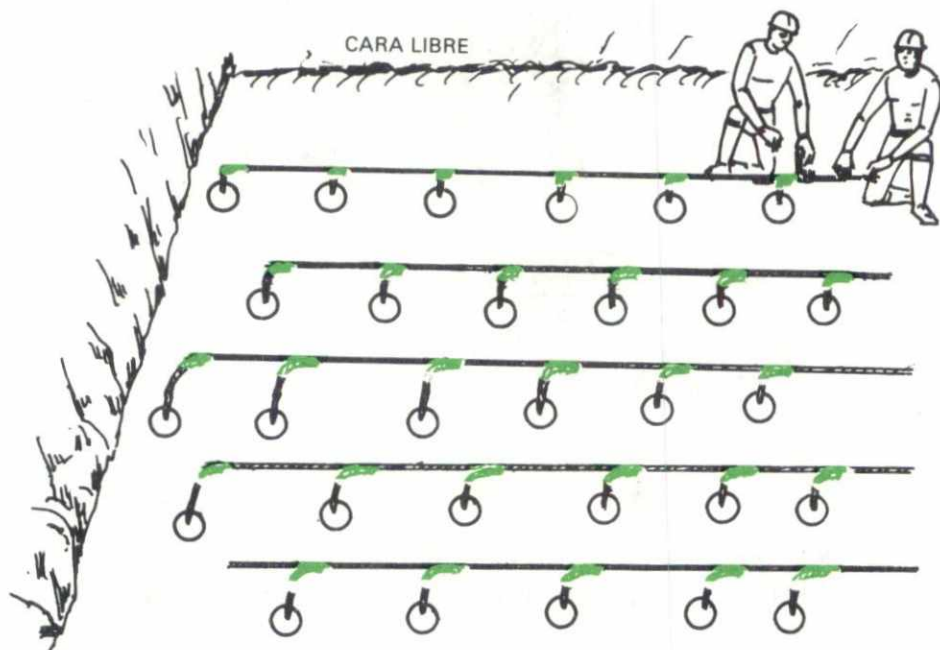
## **OPERACION No. 2**

### **Realizar empalmes y conexiones.**

---

- a. El ayudante extiende la línea principal de cordón detonante.
  - Asegura con cinta el último terminal con la línea principal de cordón detonante, y se dirige con el carrete hasta el último barreno de la primera hilera cerca de la cara libre.

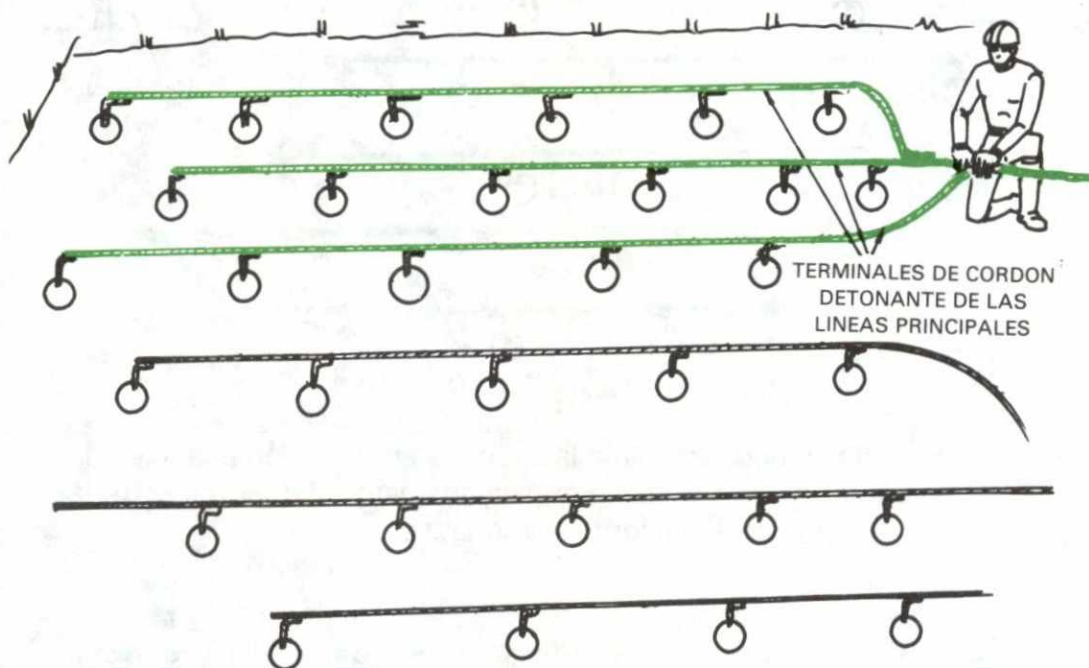
- b. El ayudante debe unir los demás terminales a la línea principal de cordón detonante con cinta aislante, utilizando el método correcto.



- El dinamitero corta la longitud necesaria para el empalme del cordón detonante después del último terminal asegurado a la línea principal de cordón detonante.

**NOTA:** Extienda una línea principal de cordón detonante por cada hilera de barrenos, y siga el procedimiento anteriormente descrito en las líneas principales de éste donde va a empalmar las espoletas.

- c. El dinamitero empalma con cinta aislante los terminales del cordón detonante de las líneas principales.

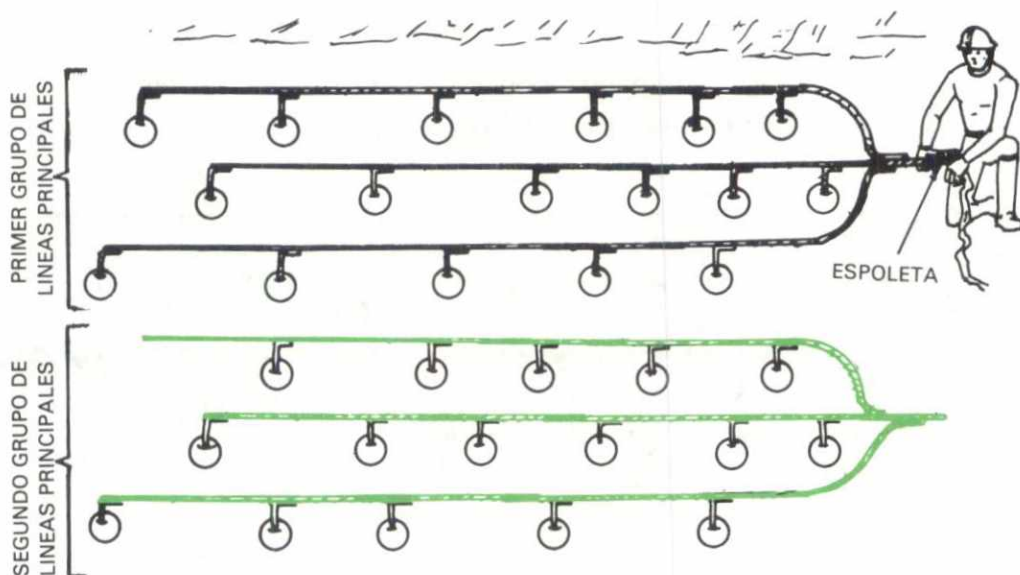


**NOTA:** Realice el empalme de todos los terminales del cordón detonante de las líneas principales.

- d. El dinamitero empalma con cinta las espoletas al terminal de cada grupo de líneas principales.

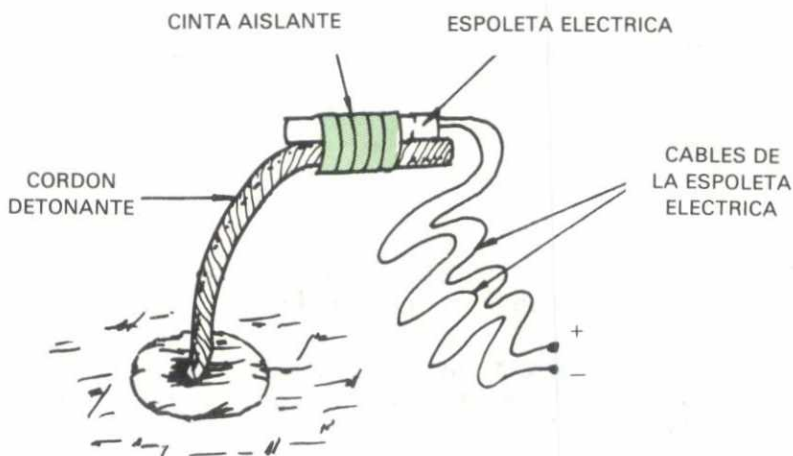
Al primer grupo de líneas principales del cordón detonante, empalma la espoleta de menor tiempo por estar cerca a la cara libre.





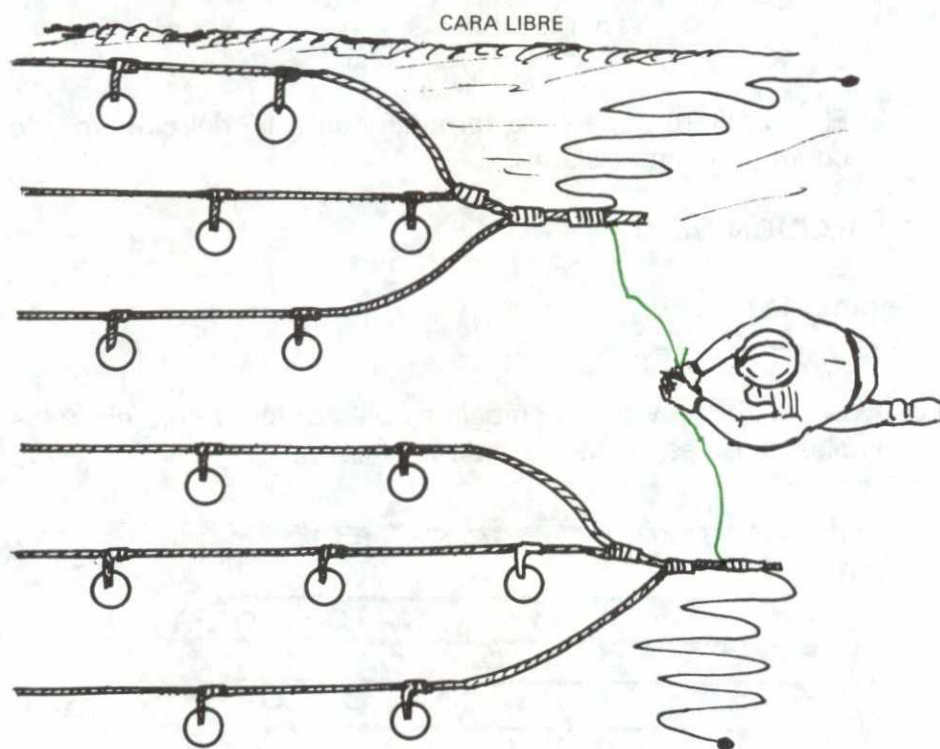
- El dinamitero empalma la espoleta en dirección a la línea de explosión y a 5 cms. aproximadamente del extremo de la línea principal del cordón detonante.

**ATENCION!** Empalme la espoleta al cordón detonante y cúbrala totalmente con cinta aislante.



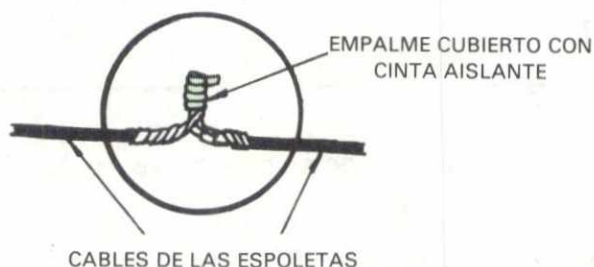
**NOTA:** Empalme las espoletas a las líneas del cordón detonante, empalmando la espoleta de menor tiempo cerca a la cara libre y la de mayor tiempo en la línea del cordón detonante más lejana a la cara libre.

e. El dinamitero hace los empalmes de los cables de las espoletas.





Los empalmes de los terminales de las espoletas se cubren totalmente con cinta aislante.

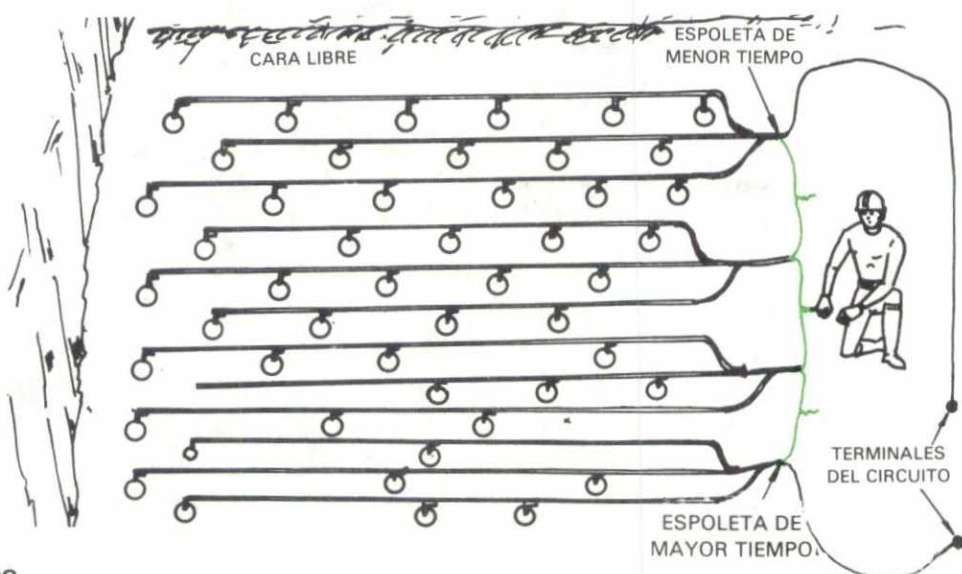


- El dinamitero coge cada terminal que salió del circuito y lo cubre con cinta aislante.

### OPERACION No. 3

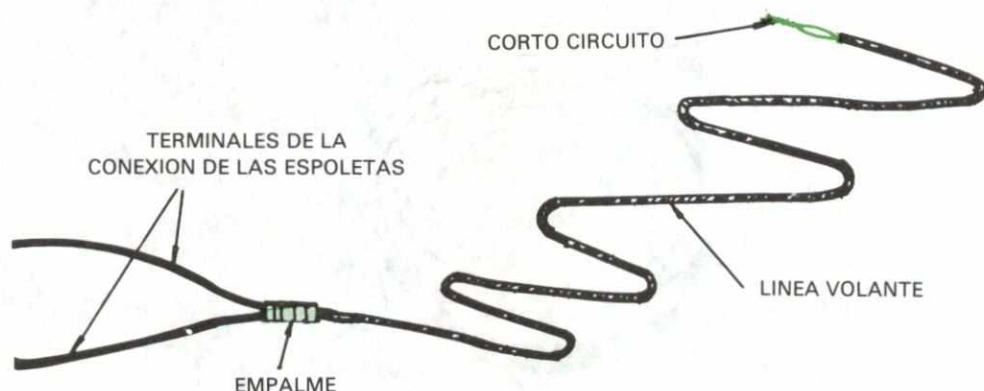
#### Ejecutar la voladura.

- a. El dinamitero revisa los empalmes del cordón detonante y los cables de las espoletas de todo el circuito.



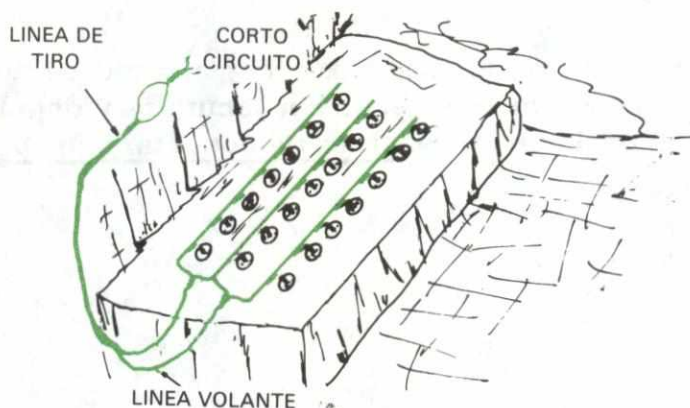
- b. El dinamitero coge los dos terminales de la conexión de las espoletas y los empalma a la línea volante.

Cubre el empalme con cinta aislante.

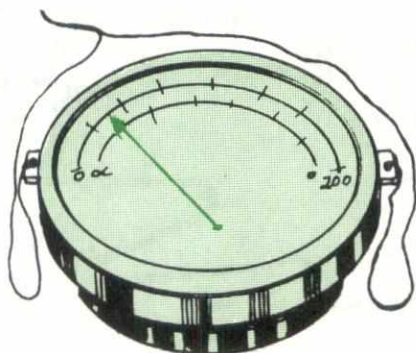


Los terminales del otro extremo de la línea volante deben estar en corto circuito.

- c. El ayudante extiende la línea de tiro hasta el sitio elegido para efectuar la voladura.
- El dinamitero empalma la línea volante con la línea de tiro, y cubre el empalme con cinta aislante.
  - El otro extremo está en corto circuito.



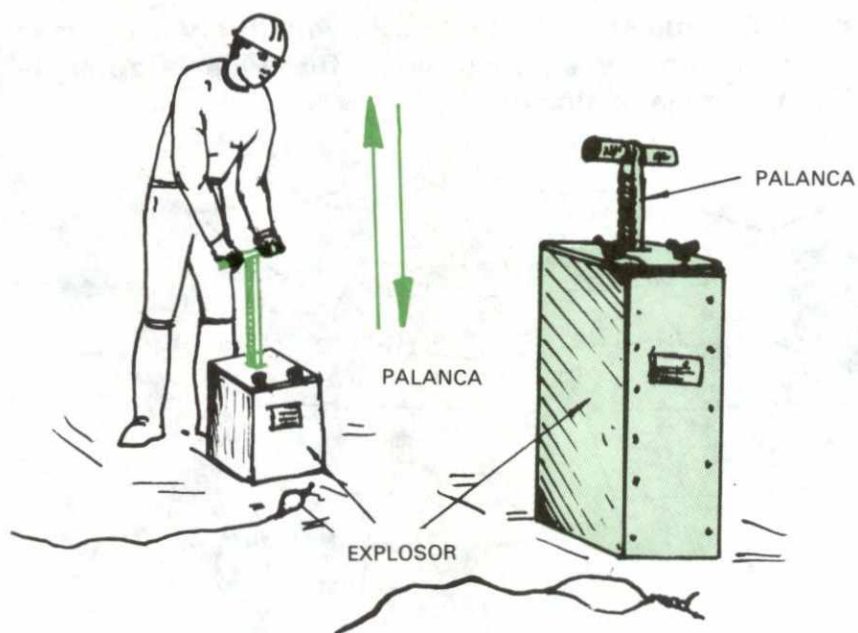
- El dinamitero cubre el empalme con cinta aislante y se retira al otro extremo de la línea de tiro.
- d. El dinamitero verifica la continuidad eléctrica y la resistencia total del circuito con el Ohmetro.



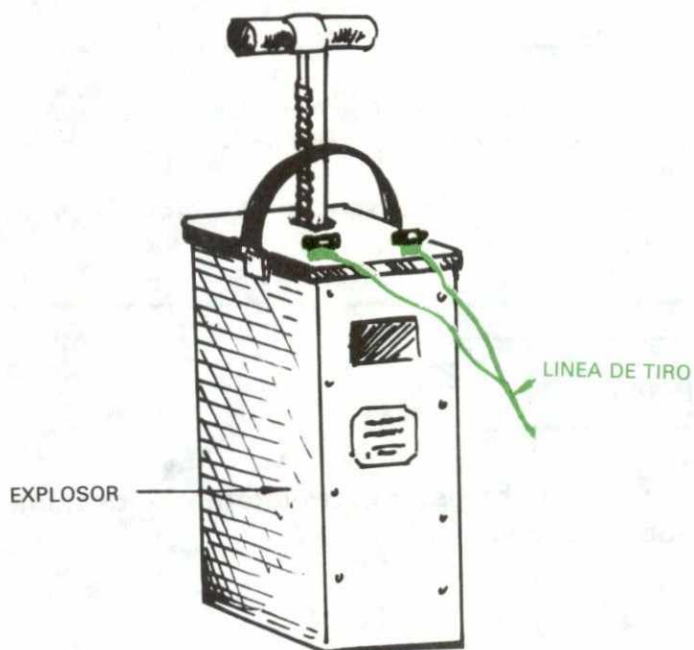
- Coloca nuevamente en corto circuito los terminales.

**NOTA:** El cálculo de la resistencia total y la potencia del explosor se efectúa de igual forma, que el circuito en serie o paralelo realizado bajo tierra.

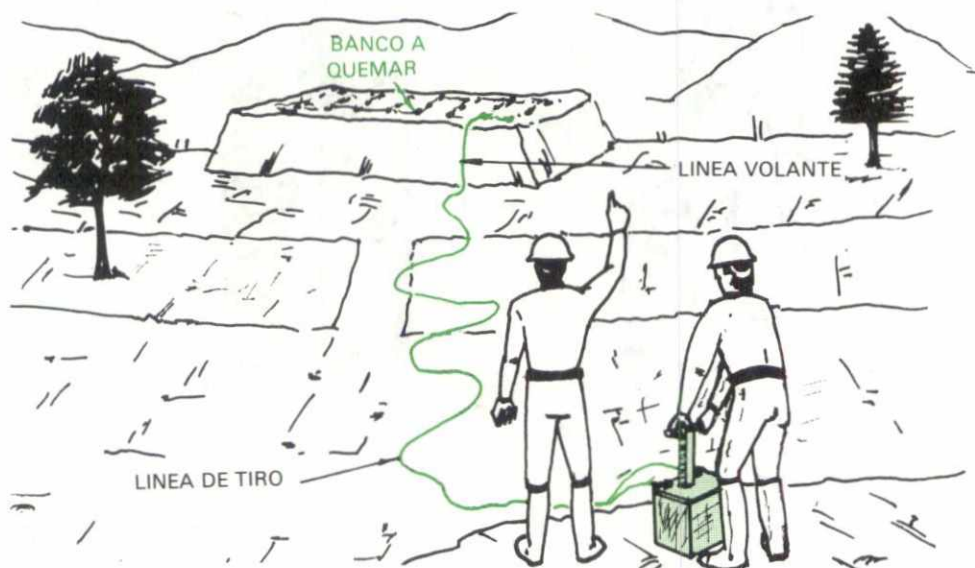
- El dinamitero comprueba el buen funcionamiento del explosor.
- Saca la palanca del explosor y la introduce nuevamente; **lo hace por tres veces consecutivas y deja la palanca en posición inicial antes de conectar a los bornes.**



- e. El dinamitero conecta la línea de tiro al explosor, espera la orden de ejecutar la voladura.



Dé la señal que se va a efectuar la voladura y asegúrese que el personal y equipos estén fuera de la zona de influencia de la explosión.



**NOTA:** En grandes voladuras se utilizan radio transmisores para controlar e informar si la zona está despejada o no.

Finalmente el supervisor de voladura da la voz de fuego ó, se activa una alarma.

### IMPORTANTE:

La zona debe estar completamente desalojada de personas.

f. Accione el explosor.



- Colóquese las sorderas!
- Levante la palanca y empújela fuertemente hacia abajo hasta dejarla en posición inicial.



## OPERACION No. 4

### Comprobar resultados y realizar informe.

a. Compruebe resultados.

- Deje transcurrir de 5 a 10 minutos para que los gases de la voladura sean diluidos.
- Verifique si hay o no tiros fallidos.



- Proceda a realizar su informe de la voladura.
- b. Recoja la línea de tiro, el explosor y el ohmetro, y entréguelo en el polvorín.

## AUTOCONTROL No. 2

1. Dadas en desorden las operaciones para la ejecución de una voladura a cielo abierto, **escribálas en orden correcto, en las líneas que se adjuntan.**

EJECUTAR  
VOLADURA

COMPROBAR  
RESULTADOS  
Y REALIZAR  
INFORME

REVISAR  
TERMINALES

REALIZAR  
EMPALMES Y  
CONEXIONES

a. \_\_\_\_\_

b. \_\_\_\_\_

c. \_\_\_\_\_

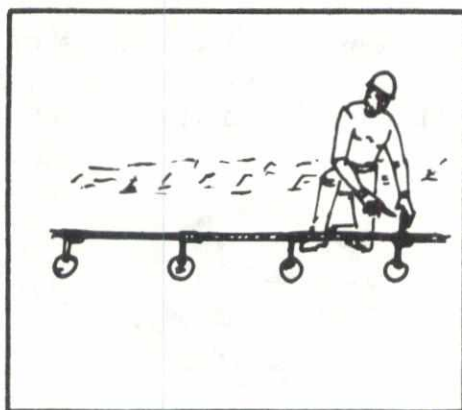
d. \_\_\_\_\_



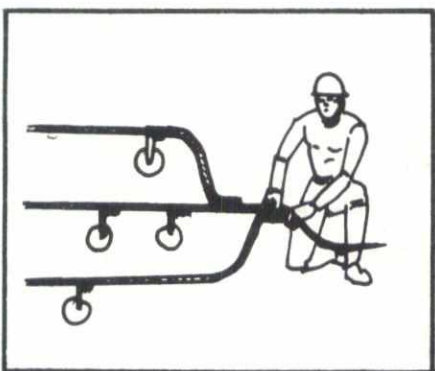
2. Dados los siguientes **gráficos** que representan **algunos pasos** para la ejecución de una voladura a cielo abierto, **escriba debajo de cada uno la acción que representa.**



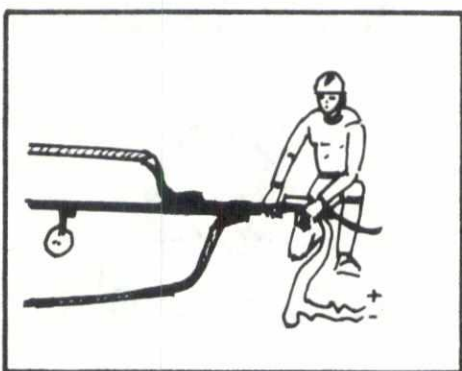
a. \_\_\_\_\_



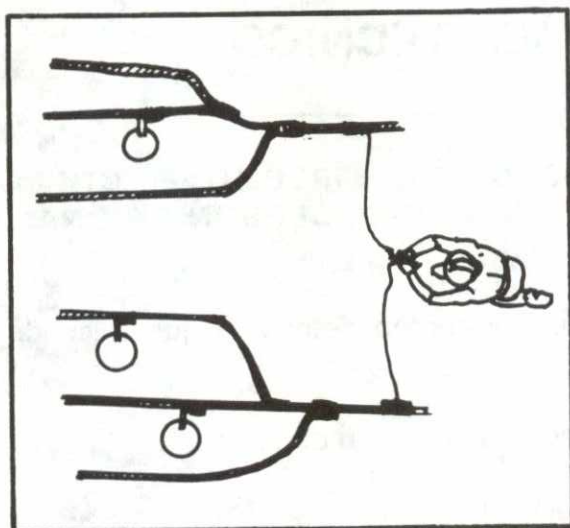
b. \_\_\_\_\_



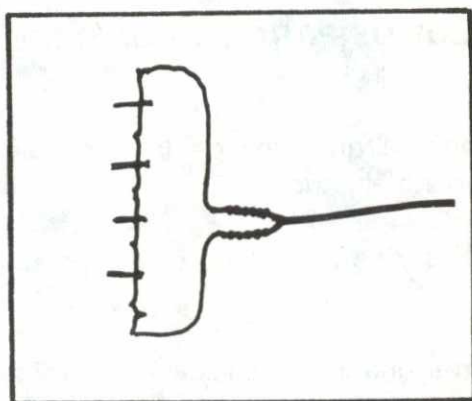
c. \_\_\_\_\_



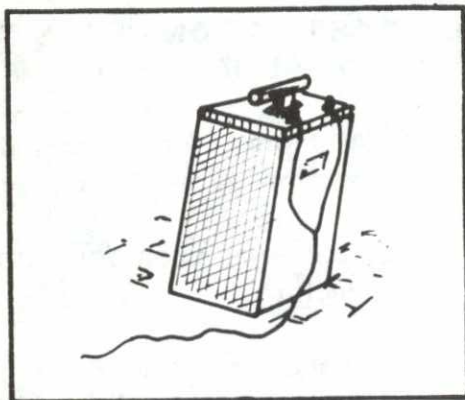
d. \_\_\_\_\_



e. \_\_\_\_\_



f. \_\_\_\_\_



g. \_\_\_\_\_

## RESUMEN TECNICO

### A. ELEMENTOS DE UN CIRCUITO ELECTRICO EN UNA VOLADURA CON ANFO, CORDON DETONANTE Y DINAMITA.

1. Terminales del cordón detonante que salen de la boca del barreno.
2. Línea principal del cordón detonante.
3. Espoleta eléctrica.
4. Línea de tiro.
5. Explosor.

### B. CLASIFICACION DE LOS CIRCUITOS PARA SU CONEXION Y EMPALME.

1. Al terminal del cordón detonante que sale de la boca del barreno, se le coloca una espoleta eléctrica.
2. Cuando se unen dos terminales y se les coloca una espoleta eléctrica.
3. Cuando los terminales se unen a una línea principal del cordón detonante y en el extremo de ésta se empalma una espoleta eléctrica.
4. Cuando se empalman los terminales a una línea principal del cordón detonante y en el extremo de éste se empalma una espoleta eléctrica.

5. Cuando se empalman los terminales de las líneas principales y en el extremo de uno de los terminales se empalma una espoleta eléctrica.
6. Cuando se empalma una espoleta eléctrica a cada terminal del cordón detonante que sale de la boca del barreno, y se hace la conexión eléctrica entre los cables de la espoleta por la separación corta entre los diferentes barrenos.
7. Cuando se conecta con retardador entre líneas e iniciación con fulminante y mecha de seguridad.

#### **C. PROCEDIMIENTO PARA EJECUTAR UNA VOLADURA A CIELO ABIERTO.**

1. Revisar terminales.
2. Realizar empalmes y conexiones.
3. Ejecutar la voladura
4. Comprobar resultados y realizar informe.

#### **D. NORMAS DE SEGURIDAD.**

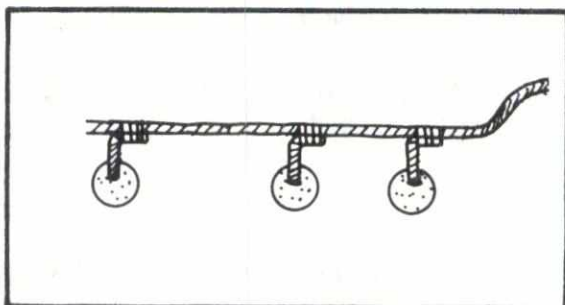
1. Utilice las sorderas en el momento de la voladura.
2. Deje en corto circuito los terminales de la espoleta eléctrica antes de hacer la conexión.
3. Deje en corto circuito los dos terminales que salen del circuito eléctrico.
4. Cuando revise los empalmes y conexiones en los bancos de explotación no vaya a pisar las espoletas.
5. Antes de ejecutar la voladura coloque avisos que prohíban la entrada al frente; a cielo abierto advierta con señales desde el banco.

## EVALUACION FINAL

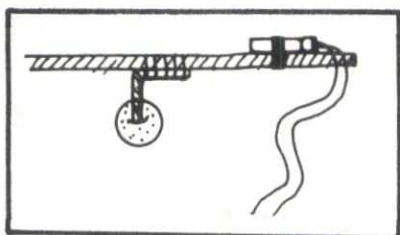
1. Dados los **gráficos de los elementos** de un circuito para la ejecución de la voladura a cielo abierto, **escriba debajo de cada uno el nombre correcto.**



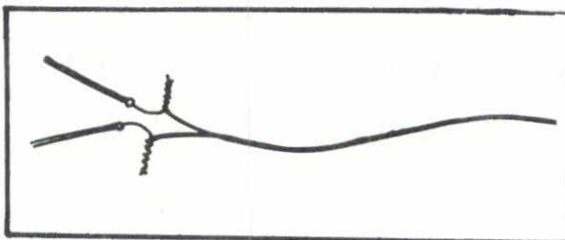
a. \_\_\_\_\_



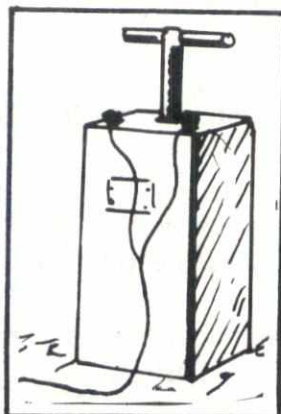
b. \_\_\_\_\_



c. \_\_\_\_\_

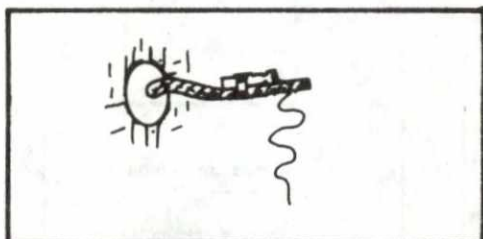


d. \_\_\_\_\_

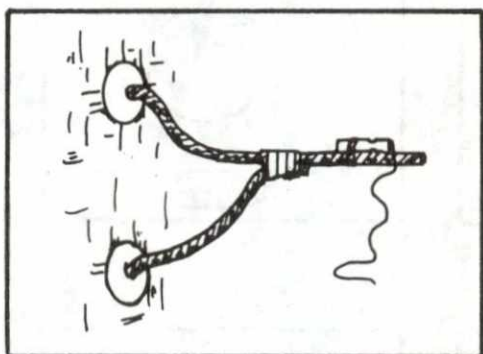


e. \_\_\_\_\_

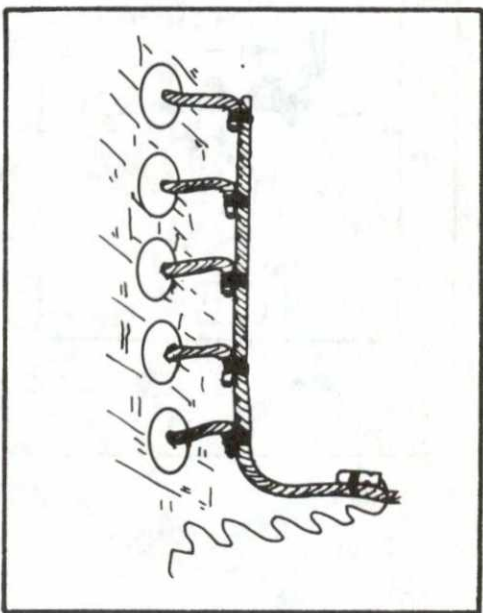
2. Dados los siguientes gráficos que representan la clasificación de los circuitos para su conexión, escriba al frente de cada uno la forma a la que corresponde.



a. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



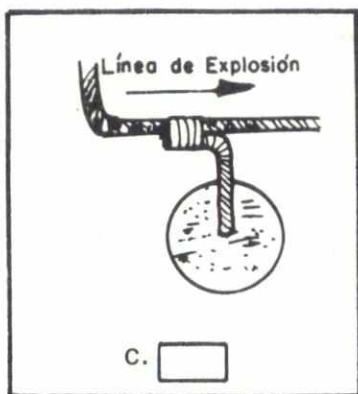
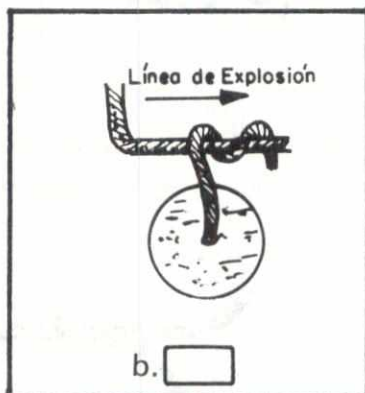
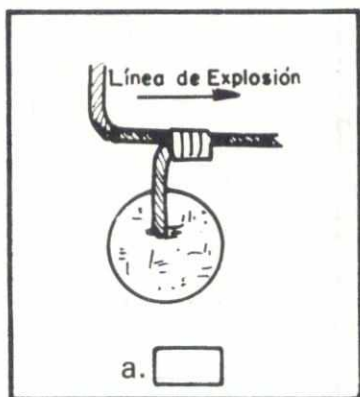
b. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



c. \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



3. Los siguientes **gráficos representan empalmes de los terminales** del cordón detonante a la línea principal del mismo, **marque con una X en el rectángulo adjunto el empalme correcto según la dirección de la línea de explosión.**



**4. Dados algunos pasos de las operaciones para la ejecución de la voladura a cielo abierto, escriba debajo de cada grupo de pasos, la operación a la cual corresponden.**

- a. — Verifique los terminales del cordón detonante.  
— Empalme dos terminales con cinta aislante.

---

- b. — Conecte los terminales al explosor.  
— Accione el explosor.

---

- c. — Verifique que todos los terminales del cordón detonante salgan de la boca del barreno.  
— Verifique el número de hileras de barrenos.

---

- d. — Extiende la línea principal del cordón detonante.  
— Hace la conexión eléctrica de los cables de las espoletas.

---

- e. — Empalme los terminales del circuito a la línea de tiro.  
— Compruebe el funcionamiento del explosor.

---



## OBJETIVO TERMINAL

Se dispone de un banco perforado, equipo de protección personal, buenas condiciones de seguridad, materiales, equipos y herramientas y una ruta de trabajo previamente aprobada por el Instructor, el dinamitero podrá ejecutar la voladura con ANFO, cordón detonante y dinamita.

Se considera logrado el objetivo si:

- Observa las normas de seguridad.
- Transporta los materiales en compartimientos separados.
- Realiza los empalmes entre terminales y líneas principales de cordón detonante.
- Empalma las espoletas eléctricas en la misma dirección de la línea de explosión.
- Realiza la conexión de los cables de las espoletas de acuerdo al circuito eléctrico establecido.
- Realiza la conexión de los terminales del circuito a la línea de tiro y la conexión de ésta al explosor correctamente.
- El tiempo de empalme y conexión del circuito, es dentro del límite.
- Aplica cuidadosamente las normas de seguridad.

## EJERCICIO TIPO

Dadas las condiciones actuales del Centro Nacional Minero se sugiere que para poder realizar la tarea de la ejecución de una voladura a cielo abierto, es necesario la consecución de una cantera por parte del SENA y así lograr el objetivo propuesto en la tarea.

Otra estrategia para la ejecución de la voladura a cielo abierto es realizar visitas concretas en las empresas como por ejemplo Cementos Boyacá, Acerías Paz del Río, Cementos Samper y otras, donde los Trabajadores Alumnos estarán bajo la supervisión del Instructor de la materia, quien les resolverá las inquietudes específicas de esta tarea.

S E N A	MODULO INSTRUCCIONAL: EJECUCION DE UNA VOLADURA CON ANFO, DINAMITA A CIELO ABIERTO	MEDIDAS
	BLOQUE MODULAR EXPLOSIVOS	CENTRO NACIONAL MINERO

## RESPUESTAS

### AUTOCONTROL No. 1

1. d. ☒

2. a. ☒

d. ☒

---

## AUTOCONTROL No. 2

1.
    - a. Revisar terminales.
    - b. Realizar empalmes y conexiones.
    - c. Ejecutar voladura.
    - d. Comprobar resultados y realizar informe.
  
  2.
    - a. Acciona el explosor.
    - b. Empalma terminales a la línea principal del cordón detonante.
    - c. Empalma los terminales de las líneas principales del cordón detonante.
    - d. Empalma espoleta eléctrica a la línea principal del cordón detonante.
    - e. Realiza la conexión del circuito eléctrico.
    - f. Conecta los terminales del circuito a la línea de tiro.
    - g. Conecta la línea de tiro al explosor.
-

## EVALUACION FINAL

1.
    - a. Terminal de cordón detonante.
    - b. Línea principal del cordón detonante.
    - c. Espoleta eléctrica.
    - d. Línea de tiro.
    - e. Explosor.
  
  2.
    - a. Espoleta eléctrica empalmada a un terminal de cordón detonante.
    - b. Espoleta eléctrica empalmada a dos terminales de cordón detonante.
    - d. Terminales empalmadas a una línea principal de cordón detonante.
  
  3.
    - c. ☒
  
  4.
    - a. Realizar empalmes y conexiones.
    - b. Ejecutar la voladura.
    - c. Revisar terminales.
    - d. Realizar empalmes y conexiones
    - e. Ejecutar la voladura.
-

# **BIBLIOGRAFIA**

1. ACERIAS PAZ DEL RIO S. A. Modos Operatorios.
  2. DU PONT. Manual para el uso de Explosivos.
  3. ORESTES OSORIO. Explosivos y voladura.
  4. CONVENIO SENA—CIDA. Explosivos.
-



PUBLICACION  
Centro Nacional Minero  
SENA Regional Boyacá  
SOGAMOSO — 1989